

PCT COOPERATION TREA

PCT

NOTIFICATION OF RECEIPT OF
RECORD COPY

(PCT Rule 24.2(a))

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

OGAWA, Junzo
Kobikikan Ginza Bldg.
8-9, Ginza 2-chome
Chuo-ku, Tokyo 104-0061
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 09 May 2001 (09.05.01)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference GH1309-PCT	International application No. PCT/JP01/03234

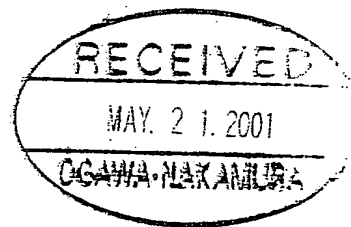
The applicant is hereby notified that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

IBIDEN CO., LTD. (for all designated States except US)
HIRAMATSU, Yasuji et al (for US)

International filing date	:	16 April 2001 (16.04.01)
Priority date(s) claimed	:	14 April 2000 (14.04.00)
Date of receipt of the record copy by the International Bureau	:	27 April 2001 (27.04.01)
List of designated Offices	:	

EP : AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR
National : JP, US



ATTENTION

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- ☒ time limits for entry into the national phase
- ☒ confirmation of precautionary designations
- ☒ requirements regarding priority documents

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer: Masashi HONDA Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---

INFORMATION ON TIME LIMITS FOR ENTERING THE NATIONAL PHASE

The applicant is reminded that the "national phase" must be entered before each of the designated Offices indicated in the Notification of Receipt of Record Copy (Form PCT/IB/301) by paying national fees and furnishing translations, as prescribed by the applicable national laws.

The time limit for performing these procedural acts is **20 MONTHS** from the priority date or, for those designated States which the applicant elects in a demand for international preliminary examination or in a later election, **30 MONTHS** from the priority date, provided that the election is made before the expiration of 19 months from the priority date. Some designated (or elected) Offices have fixed time limits which expire even later than 20 or 30 months from the priority date. In other Offices an extension of time or grace period, in some cases upon payment of an additional fee, is available.

In addition to these procedural acts, the applicant may also have to comply with other special requirements applicable in certain Offices. **It is the applicant's responsibility** to ensure that the necessary steps to enter the national phase are taken in a timely fashion. Most designated Offices do not issue reminders to applicants in connection with the entry into the national phase.

For detailed information about the procedural acts to be performed to enter the national phase before each designated Office, the applicable time limits and possible extensions of time or grace periods, and any other requirements, see the relevant Chapters of Volume II of the PCT Applicant's Guide. Information about the requirements for filing a demand for international preliminary examination is set out in Chapter IX of Volume I of the PCT Applicant's Guide.

GR and ES became bound by PCT Chapter II on 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, and may, therefore, be elected in a demand or a later election filed on or after 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, regardless of the filing date of the international application. (See second paragraph above.)

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

CONFIRMATION OF PRECAUTIONARY DESIGNATIONS

This notification lists only specific designations made under Rule 4.9(a) in the request. It is important to check that these designations are correct. Errors in designations can be corrected where precautionary designations have been made under Rule 4.9(b). The applicant is hereby reminded that any precautionary designations may be confirmed according to Rule 4.9(c) before the expiration of 15 months from the priority date. If it is not confirmed, it will automatically be regarded as withdrawn by the applicant. There will be no reminder and no invitation. Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying the designated State concerned (with an indication of the kind of protection or treatment desired) and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.

REQUIREMENTS REGARDING PRIORITY DOCUMENTS

For applicants who have not yet complied with the requirements regarding priority documents, the following is recalled.

Where the priority of an earlier national, regional or international application is claimed, the applicant must submit a copy of the said earlier application, certified by the authority with which it was filed ("the priority document") to the receiving Office (which will transmit it to the International Bureau) or directly to the International Bureau, before the expiration of 16 months from the priority date, provided that any such priority document may still be submitted to the International Bureau before that date of international publication of the international application, in which case that document will be considered to have been received by the International Bureau on the last day of the 16-month time limit (Rule 17.1(a)).

Where the priority document is issued by the receiving Office, the applicant may, instead of submitting the priority document, request the receiving Office to prepare and transmit the priority document to the International Bureau. Such request must be made before the expiration of the 16-month time limit and may be subjected by the receiving Office to the payment of a fee (Rule 17.1(b)).

If the priority document concerned is not submitted to the International Bureau or if the request to the receiving Office to prepare and transmit the priority document has not been made (and the corresponding fee, if any, paid) within the applicable time limit indicated under the preceding paragraphs, any designated State may disregard the priority claim, provided that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

Where several priorities are claimed, the priority date to be considered for the purposes of computing the 16-month time limit is the filing date of the earliest application whose priority is claimed.

P A T E N T C O O P E R A T I O N T R E A T Y

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

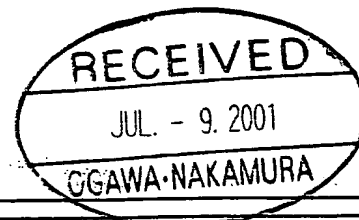
To:

OGAWA, Junzo
Kobikikan Ginza Bldg.
8-9, Ginza 2-chome
Chuo-ku, Tokyo 104-0061
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 28 June 2001 (28.06.01)	
Applicant's or agent's file reference GH1309-PCT	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/JP01/03234	International filing date (day/month/year) 16 April 2001 (16.04.01)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 14 April 2000 (14.04.00)
Applicant IBIDEN CO., LTD. et al	

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
14 April 2000 (14.04.00)	2000-114300	JP	08 June 2001 (08.06.01)



The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer Taieb Akremi Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---

PATENT COOPERATION TREATY

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

To:

OGAWA, Junzo
Kobikikan Ginza Bldg.
8-9, Ginza 2-chome
Chuo-ku, Tokyo 104-0061
JAPON

RECEIVED

NOV. - 5. 2001

OGAWA-NAKAMURA

Date of mailing (day/month/year) 25 October 2001 (25.10.01)		IMPORTANT NOTICE	
Applicant's or agent's file reference GH1309-PCT			
International application No. PCT/JP01/03234	International filing date (day/month/year) 16 April 2001 (16.04.01)	Priority date (day/month/year) 14 April 2000 (14.04.00)	
Applicant IBIDEN CO., LTD. et al			

1. Notice is hereby given that the International Bureau has **communicated**, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this notice:
US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:
EP,JP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 25 October 2001 (25.10.01) under No. WO 01/80601

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a **demand for international preliminary examination** must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination (at present, all PCT Contracting States are bound by Chapter II).

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the **national phase**, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and the PCT Applicant's Guide, Volume II.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer J. Zahra Telephone No. (41-22) 338.91.11
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03234

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H05B3/20, H05B3/16, H05B3/10,
H01L21/68, H01L21/027

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H05B3/20, H05B3/16, H05B3/10,
H01L21/68, H01L21/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 11-40330, A (IBIDEN CO., LTD.), 12 February, 1999 (12.02.99), page 2, left column, lines 2 to 4	1-18
Y	Fig. 2	2, 8, 14
Y	page 3, left column, lines 15 to 18; Fig. 1	6, 12, 18
Y	page 2, right column, line 50 to page 3, left column, line 1 (Family: none)	4, 10, 16
Y	JP, 11-251040, A (Kyocera Corporation), 17 September, 1999 (17.09.99), page 4, right column, lines 3 to 6 (Family: none)	1-18
Y	JP, 3-241380, A (Canon Inc.), 28 October, 1991 (28.10.91), page 1, lower left column, lines 11 to 15 (Family: none)	7-18
Y	JP, 7-263530, A (Tokyo Electron Limited), 13 October, 1995 (13.10.95), page 7, right column, line 46 to page 8, left column, line 2; Fig. 2 & US, 5591269, A & KR, 155601, B	5, 11, 17

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 May, 2001 (10.05.01)

Date of mailing of the international search report
22 May, 2001 (22.05.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

BP · US PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 GH1309-PCT	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP01/03234	国際出願日 (日.月.年) 16.04.01	優先日 (日.月.年) 14.04.00
出願人(氏名又は名称) イビデン株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 2 図とする。 ☐ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☒ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05B3/20, H05B3/16, H05B3/10,
H01L21/68, H01L21/027

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H05B3/20, H05B3/16, H05B3/10,
H01L21/68, H01L21/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2001年
日本国登録実用新案公報 1994-2001年
日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 11-40330, A (イビデン株式会社) 12. 2月. 1999 (12. 02. 99) 第2頁左欄第2行~第4行	1-18
Y	第2図	2, 8, 14
Y	第3頁左欄第15行~第18行, 第1図	6, 12, 18
Y	第2頁右欄第50行~第3頁左欄第1行 (ファミリーなし)	4, 10, 16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10. 05. 01

国際調査報告の発送日

22.05.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
豊 島 唯



3 L 3024

電話番号 03-3581-1101 内線 3336

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 11-251040, A (京セラ株式会社) 17. 9月. 1999 (17. 09. 99) 第4頁右欄第3行~第6行 (ファミリーなし)	1-18
Y	J P, 3-241380, A (キヤノン株式会社) 28. 10月. 1991 (28. 10. 91) 第1頁左下欄第11行~第15行 (ファミリーなし)	7-18
Y	J P, 7-263530, A (東京エレクトロン株式会社) 13. 10月. 1995 (13. 10. 95) 第7頁右欄第46行~第8頁左欄第2行, 第2図 & US, 5591269, A & KR, 155601, B	5, 11, 17

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年10月25日 (25.10.2001)

PCT

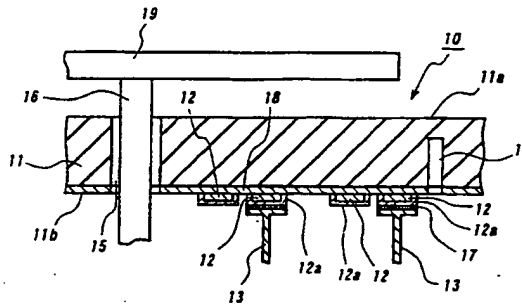
(10) 国際公開番号
WO 01/80601 A1

- (51) 国際特許分類: H05B 3/20, 3/16, (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒503-0917 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地 Gifu (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/03234 (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 平松靖二 (HIRAMATSU, Yasuji) [JP/JP]. 伊藤康隆 (ITO, Yasutaka) [JP/JP]; 〒501-0601 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内 Gifu (JP).
- (22) 国際出願日: 2001年4月16日 (16.04.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (74) 代理人: 小川順三, 外 (OGAWA, Junzo et al.); 〒104-0061 東京都中央区銀座2丁目8番9号 木挽館銀座ビル Tokyo (JP).
- (30) 優先権データ: 特願2000-114300 2000年4月14日 (14.04.2000) JP (81) 指定国 (国内): JP, US.

[続葉有]

(54) Title: CERAMIC HEATER

(54) 発明の名称: セラミックヒータ



(57) Abstract: A ceramic heater includes a resistance-heating element formed on one side of a ceramic substrate, and a workpiece is heated on the other side of the ceramic substrate. The variation in thickness of the substrate is between the average thickness plus 50% and the average thickness minus 50%, and the surface roughness R_{max} of the resistance heating element is 0.05-100 microns and within 50% of the average thickness, so that the temperature distribution is uniform over the side of the resistance heating element where a workpiece is placed.

(57) 要約:

セラミック基板のワーク加熱面とは反対側の表面に形成されている抵抗発熱体は、その厚さのばらつきが平均厚さの $\pm 50\%$ 以内で、該抵抗発熱体の面粗度は R_{max} で $0.05\mu m \sim 100\mu m$ の範囲とすると共に該抵抗発熱体の平均厚さの 50% 以下とすることにより、前記ワーク加熱面における温度分布の均一性を向上させたことを特徴とするセラミックヒータ。

WO 01/80601 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明細書

セラミックヒータ

5 技術分野

本発明は、主に半導体産業において使用されるセラミックヒータに関し、特に、基板加熱面における温度分布の均一性に優れるセラミックヒータである。

背景技術

10 近年、半導体は、単に電子産業に止まらず、種々の産業界において不可欠な部品の1つとして重用されている。例えば、代表的な半導体チップは、シリコン単結晶を所定の厚さにスライスしてシリコンウエハを作製し、その後、このシリコンウエハに複数の集積回路等を形成することにより製造されている。

この半導体チップの製造工程においては、静電チャック上に載置したシリコン
15 ウエハに、エッチングやCVD等の種々の処理を施することにより、導体回路等を形成したり、レジスト用の樹脂を塗布したのち加熱して乾燥したりする処理が行われる。このような処理には、多くの場合セラミックヒータが用いられる。例えば、特開平11-40330号公報、特開平4-300249号公報などには、炭化物や窒化物を素材とするセラミックヒータが開示されている。しかしながら、これ
20 らの技術は、加熱間の温度分布が不均一になりやすいという問題があった。これに対し、特開平11-251040号公報には、セラミックヒータの加熱面における温度分布の均一化を目的として、基板内部に埋設した抵抗発熱体の厚さをばらつきの小さいものにするという技術を提案している。しかしながら、この技術の場合、発熱体が基板内部に埋設されていることから、基板加熱面と発熱体と
25 の距離が近づきすぎて、板面全体に均一な温度分布を確保するという点で、なお不十分であった。

発明の開示

発明者らは、特開平 11-251040 号公報に開示の技術が抱えている上述した問題点につき検討した結果、温度が不均一になる理由が、基本板の加熱面と抵抗発熱体との距離が近すぎこと、さらに加えて抵抗発熱体の厚さのばらつきが大きいこと、および／または抵抗発熱体の面粗度が一定の基準を越えて
5 大きい場合にあることを知見し、本発明を完成した。即ち、本発明は、抵抗発熱体を基板の加熱面とは反対側の表面に形成すると共に、該抵抗発熱体を特定のばらつきの範囲内に収めること、および／または該抵抗発熱体の面粗度を特定の面粗度の範囲内に調整してなるものである。

10 このようにして開発した本発明の要旨構成を以下に列挙する。

1. 本発明は、基本的に、抵抗発熱体がセラミック基板の表面に形成されてなるセラミックヒータにおいて、該抵抗発熱体の厚さのばらつきが、平均厚さの±50%以内であることを特徴とするものである。

2. 本発明はまた、抵抗発熱体がセラミック基板の表面に抵抗発熱体が形成
15 されてなるセラミックヒータにおいて、該抵抗発熱体の面粗度を、 R_{max} で0.05 μm ～100 μm の範囲内にすると共に、該抵抗発熱体の平均厚さの50%以下（1/2以下）にしたことを特徴とするものである。

3. 本発明はさらに、抵抗発熱体がセラミック基板の表面に形成されてなるセラミックヒータにおいて、該抵抗発熱体の厚さのばらつきが、平均厚さの±5
20 0%以内で、かつ該抵抗発熱体の面粗度を R_{max} で0.05 μm ～100 μm にすると共に、該抵抗発熱体の平均厚さの50%以下（1/2以下）にしたことを特徴とするものである。

4. なお、本発明において、前記抵抗発熱体は、セラミック基板の加熱面とは反対側の面に形成されていることが好ましい。

25 5. また、本発明において、前記セラミック基板は、炭化物または窒化物セラミックからなるものであることが好ましい。

6. また、本発明において、前記セラミック基板は、その厚さが25mm以下であ

ることが好ましい。

7. また、本発明において、前記セラミック基板は、その表面に酸化物セラミックからなる絶縁層が形成され、その絶縁層の表面に前記抵抗発熱体が形成されていることが好ましい。

- 5 8. さらに、本発明において、前記抵抗発熱体は、2以上の回路で構成されていることが好ましい。

- 上述したように本発明は、セラミック基板の加熱面とは反対側の表面に抵抗発熱体を形成すると共に、該抵抗発熱体の厚さのばらつきが、平均厚さの±50%以内に収められたものにするか、および／または、該抵抗発熱体の面粗度が、
- 10 JIS R 0601 で表わされるRmaxで、 $0.05\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ の範囲にsると共に該抵抗発熱体の平均厚さの50%以下となるようにすることが必要である。

本発明において、抵抗発熱体の厚さのばらつきが平均厚さの±50%以下に調整する理由は、そのばらつきが小さくなると抵抗値の変動も小さくなり、ウエハ等を加熱する板の面の温度分布が均一になるからである。

- 15 また、抵抗発熱体の面粗度については、Rmaxが $0.05\mu\text{m}$ 未満では、表面が平滑すぎて雰囲気気体が流動しやすくなり、この雰囲気気体が局所的に抵抗発熱体の熱を奪うためウエハ等の加熱面の温度が不均一になりやすい。逆に、この面粗度のRmaxが $100\mu\text{m}$ を超えるとでは、抵抗発熱体の厚さがばらつくことになり、ウエハ等の加熱面の温度が不均一になりやすい。つまり、抵抗
- 20 発熱体の面粗度は、大きすぎても小さくなりすぎても加熱面の温度を均一にすることができない。

即ち、抵抗発熱体の厚さのばらつきや面粗度を調整する理由は、その上限を越えると、抵抗発熱体の抵抗値のばらつきが大きくなり、ひていはウエハ等の加熱面の温度分布ばらつきが大きくなるのを阻止することにある。

- 25 なお、本発明では、上述した構成に加えて、抵抗発熱体を基板の表面に形成する。こうすると、セラミック基板の抵抗発熱体が形成された面の反対側が加熱面となるため、抵抗発熱体側から加熱面側への熱が拡散伝搬が効率よく行

われ、加熱面に抵抗発熱体パターンに近似した温度分布が生じにくくなる。本発明のセラミック基板は、その厚さを25mm以下にすることが望ましい。ただし、25mm以下の薄い基板は、熱容量が小さいため昇温特性には優れるが、抵抗発熱体の抵抗値のばらつきの影響を強く受けやすく、加熱面温度が不均一になりやすい。しかしながら、本発明では、上述した構成の採用によって抵抗値のばらつきを小さくすることで、昇温特性と加熱面温度の均一の両方に優れたセラミックヒータを得ることにしたのである。

ところで、特開平11-251040号公報には、内部に発熱体を埋設してその発熱体の厚さのばらつきを小さくする技術が開示されているが、この技術は、抵抗発熱体を内部に形成したヒータであり、本発明のように基板表面に形成したものではない。また、基板厚さについても言及されておらず、本発明とは全く異なる。なお、抵抗発熱体を内部に形成する場合は、発熱体の上下両面にセラミックが接しており、熱はウエハ加熱面に反射されるため、温度ばらつきは、セラミック基板の片面に発熱体を形成する場合に比べて大きくなる。

15

図面の簡単な説明

第1図は、本発明にかかるセラミックヒータの抵抗発熱体パターンの平面図であり、第2図は、本発明のセラミックヒータの部分断面図である。

20 発明を実施するための最良の形態

本発明のセラミックヒータは、セラミック基板の素材として窒化物セラミックまたは炭化物セラミック等が用いられる。また、このセラミック基板表面には必要に応じ、絶縁層として酸化物セラミック層を形成する。絶縁層を形成する理由は、窒化物セラミックの場合は、酸素固溶等によって、高温で体積抵抗値が低下しやすいこと、また炭化物セラミックの場合は高純度化しない限り導電性があるため、酸化物セラミックを絶縁層として形成すれば、高温時あるいは不純物を含有していても、回路間の短絡を防止して温度制御性を向上させることができる

からである。

前記セラミック基板を構成する窒化物セラミックとしては、金属窒化物セラミック、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等が挙げられる。また、上記炭化物セラミックとしては、金属炭化物セラミック、例えば、炭
5 化ケイ素、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン等が挙げられる。

本発明においては、セラミック基板中に焼結助剤を含有することが望ましい。例えば窒化アルミニウムの焼結助剤としては、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物、希土類酸化物を使用することができ、これらの焼結助剤のな
10 かでは、特に CaO 、 Y_2O_3 、 Na_2O 、 Li_2O 、 Rb_2O_3 が好ましい。また、アルミナを使用してもよい。これらの含有量としては、0.1～20wt%が望ましい。また、炭化珪素の場合は、焼結助剤は、 B_4C 、 C 、 ALN である。

本発明では、セラミック基板中に5～5000ppmのカーボン含有していることが望ましい。カーボン含有させることにより、セラミック基板を黒色化することが
15 でき、ヒータとして使用する際に輻射熱を充分に利用することができるからである。カーボンは、非晶質のものであっても、結晶質のものであってもよい。非晶質のカーボンを使用した場合には、高温における体積抵抗率の低下を防止することができ、結晶質のものを使用した場合には、高温における熱伝導率の低下を防止することができるからである。従って、用途によっては、結晶質のカー
20 ボンと非晶質のカーボンの両方を併用してもよい。また、カーボンの含有量は、50～2000ppmがより好ましい。

前記セラミック基板としては、その厚さは、50mm以下、特に25mm以下が望ましい。特にセラミック基板の厚さが25mmを超えると、セラミック基板の熱容量が大きくなり、特に、温度制御手段を設けて加熱、冷却する場合に、熱容量の
25 大きさに起因して温度追従性が低下してしまう。特に5mm以上が好適である。なお、厚みは、1.5mmを越えることが望ましい。

前記絶縁層としては、酸化物セラミックが望ましく、具体的には、シリカ、アルミ

ナ、ムライト、コージェライト、ベリリアなどを使用することができる。このような絶縁層としては、アルコキシドを加水分解重合させたゾル溶液をセラミック基板にスピンコートして乾燥、焼成を行ったり、スパッタリング、CVDなどで形成してもよい。また、セラミック基板表面を酸化処理して酸化物層としてもよい。

- 5 この絶縁層は、 $0.1 \sim 1000 \mu\text{m}$ であることが望ましい。 $0.1 \mu\text{m}$ 未満では、絶縁性を確保できず、 $1000 \mu\text{m}$ を越えると抵抗発熱体からセラミック基板への熱伝導性を阻害してしまうからである。さらに、この絶縁層の体積抵抗率は、前記セラミック基板体積抵抗率の10倍以上(同一測定温度)であることが望ましい。10倍未満では、回路の短絡を防止できないからである。

- 10 なお、本発明のセラミックヒータでは、半導体ウエハをセラミック基板のウエハ載置面に接触させた状態で載置するほか、半導体ウエハを支持ピンや支持球などで支持し、セラミックス基板との間に一定の間隔を保って保持する場合もある。離間距離としては、 $5 \sim 5000 \mu\text{m}$ が望ましい。

- 半導体ウエハは、リフターピンを上下することにより、搬送機からウエハを受け
15 取ったり、ウエハをセラミック基板上に載置したり、ウエハを支持したまま加熱したりできる。

前記セラミック基板の直径は200mm以上が望ましい。特に12インチ(300mm)以上であることが望ましい。このような大きなヒータほど加熱面の温度不均一の問題が発生しやすく、本発明が有効だからである。

- 20 本発明のセラミックヒーターでは、必要に応じて、セラミック基板の有底孔に熱電対を埋め込んでおくことができる。熱電対により抵抗発熱体の温度を測定し、そのデータをもとに電圧、電流量を変えて、温度を制御することができるからである。熱電対の金属線の接合部位の大きさは、各金属線の素線径と同一か、もしくは、それよりも大きく、かつ、 0.5mm 以下がよい。このような構成にす
25 ることによって、接合部分の熱容量が小さくなり、温度が正確に、また、迅速に電流値に変換されるのである。このため、温度制御性が向上してウエハの加熱面の温度分布が小さくなるのである。こうした熱電対としては、例えば、JIS-C

—1602(1980)に挙げられるように、K型、R型、B型、S型、E型、J型、T型熱電対が挙げられる。なお、かかる熱電対としては、金ろう、銀ろうなどを使用して、有底孔14の底に接着してもよく、有底孔14に挿入した後、耐熱性樹脂で封止してもよく、両者を併用してもよい。かかる耐熱性樹脂としては、例えば、熱硬化性樹脂、特にエポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ビスマレイミドートリアジン樹脂などが挙げられる。これらの樹脂は、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。また、上記金ろうとしては、37～80.5wt%Au—63～19.5wt%Cu合金、81.5～82.5wt%Au—18.5～17.5wt%Ni合金から選ばれる少なくとも1種が望ましい。これらは、熔融温度が、900℃以上であり、高温領域でも熔融しにくいのである。銀ろうとしては、例えば、Ag—Cu系のものを使用することができる。

前記抵抗発熱体12は、図1に示したように、少なくとも2以上の回路に分割されていることが望ましく、2～10の回路に分割されていることがより望ましい。回路を分割する理由は、各回路に投入する電力を制御して発熱量を変えることができ、ウェハ加熱面11bの温度を調整することができるからである。かかる抵抗発熱体12のパターンとしては、図1に示した同心円のほか、例えば、渦巻き、偏心円、屈曲線などが挙げられる。

本発明においては、この発熱体を形成する前に、セラミック基板表面に絶縁層を設けることが望ましい。こうした絶縁層の形成する方法としては、セラミック基板の表面にアルコキシドを加水分解重合させたゾル溶液をスピコートして乾燥したのち、焼成したり、スパッタリング、CVDなどの方法によっても形成してもよい。また、その絶縁層として、セラミック基板の表面を酸化雰囲気中で焼成することにより酸化物層を設けて代替してもよい。前記絶縁層の形成の際に、該絶縁層の収縮でセラミック基板を一方向へ反らせることが可能になる。

前記抵抗発熱体をセラミック基板11の表面に形成するには、セラミック基板11の表面に、金属粒子を含む導電ペーストを塗布して所定パターンの導電ペースト層を形成した後、これを焼き付け、セラミック基板11の表面で金属粒子を

焼結させる方法が好ましい。なお、金属の焼結は、金属粒子同士および金属粒子とセラミックとが融着していれば充分である。

セラミック基板11の表面に抵抗発熱体を形成する場合、この抵抗発熱体の厚さは、1～300 μm 、好ましくは1～100 μm 、さらに好ましくは1～10 μm 程度とする。

また、セラミック基板11の表面に発熱体を形成する場合には、発熱体の幅は、1～50mmが好ましい。

発熱体は、その幅や厚さにより抵抗値に変化を持たせることができるが、上記した範囲が最も実用的である。抵抗値は、薄く、また、細くなる程大きくなる。

10 発熱体の形成位置をこのように設定することにより、発熱体から発生した熱が伝搬していくうちに、セラミック基板全体に拡散し、被加熱物(シリコンウエハ)を加熱する面の温度分布が均一化され、その結果、ウエハ等の被加熱物(ワーク)の各部分における温度が均一化される。

前記抵抗発熱体は、断面が矩形であっても楕円であってもよいが、偏平であることが望ましい。偏平の方がウエハ加熱面に向かって放熱しやすいため、ウエハ加熱面の不均な温度分布となりにくいからである。この抵抗発熱体の断面のアスペクト比(発熱体の幅/発熱体の厚さ)は、10～5000程度あることが望ましい。断面アスペクト比をこの範囲に調整する理由は、この範囲内であれば、発熱体の抵抗値を大きくすることができるとともに、ウエハ加熱面の温度の均一性を確保することができるからである。とくに、該抵抗発熱体12の厚さを一定にした場合、アスペクト比が上記範囲より小さいと、基板11のウエハ加熱面に向

15 った熱の伝搬量(拡散)が小さくなり、該抵抗発熱体のパターンに近似した熱分布がウエハ加熱面に発生してしまう。逆に、アスペクト比が大きすぎると抵抗発熱体の中央の直上部分が高温となってしまう、結局、発熱体のパターン

20 に近似した熱分布がウエハ加熱面に発生してしまう。従って、温度分布を考慮すると、発熱体断面のアスペクト比は、10～5000であることが好ましい。抵抗発熱体を基板11の表面に形成する場合は、アスペクト比を10～200とすること

25

が望ましい。

- セラミック基板の表面に前記抵抗発熱体を形成するには導体ペーストを用いる。その導電ペーストとしては特に限定されないが、導電性を確保するための金属粒子または導電性セラミックが含有されているほか、樹脂、溶剤、増粘剤
- 5 などを含むものが好ましい。上記金属粒子としては、例えば、貴金属(金、銀、白金、パラジウム)が好ましく、2種以上を併用することが望ましい。これらの金属は、比較的酸化しにくく、発熱するに十分な抵抗値を有するからである。これら金属粒子または導電性セラミック粒子(酸化物粒子等)の粒径は、0.1~10
- 10 0 μm 程度が好ましい。この粒径の大きさが0.1 μm 未満では微細すぎて、酸化されやすく、一方、100 μm を超える大きさだと、焼結しにくくなり抵抗値が大きくなるからである。上記金属粒子の形状は、球状であっても、リン片状であってもよい。これらの金属粒子を用いる場合、上記球状物と上記リン片状物との混合物であってよい。上記金属粒子がリン片状物、または、球状物とリン片状物との混合物の場合は、厚みばらつきや面粗度を小さくできる。
- 15 前記導体ペーストに使用される樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂などが挙げられる。また、溶剤としては、例えば、イソプロピルアルコールなどが挙げられる。増粘剤としては、セルロースなどが挙げられる。この導体ペーストには、上述したように、金属粒子および酸化物を焼結したものをを用いることが望ましい。このように、酸化物を金属粒子とともに焼結させることにより、セ
- 20 ラミック基板11である窒化物セラミックまたは炭化物セラミックと金属粒子とを密着させることができる。かかる導体ペースト中に酸化物を混合することにより、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックと密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子表面や窒化物セラミック、炭化物セラミックの表面は、わずかに酸化されて酸化膜が形成されており、この酸化膜同士が酸化物を介して焼結
- 25 して一体化し、金属粒子と窒化物セラミックまたは炭化物セラミックとが密着するのではないかと考えられる。

上記酸化物としては、例えば、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素(B_2O_3)

- 3)、アルミナ、イットリア、チタニア、酸化ルテニウムからなる群から選ばれる少なくとも1種が好ましい。これらの酸化物は、発熱体の抵抗値を大きくすることなく、金属粒子と窒化物セラミックまたは炭化物セラミックとの密着性を改善することができるからである。前記酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 (B_2O_3)、アルミナ、イットリア、チタニア、酸化ルテニウムの割合は、金属酸化物の全量を100重量部とした場合、酸化鉛が1～10wt%、シリカが1～30wt%、酸化ホウ素が5～50wt%、酸化亜鉛が20～70wt%、アルミナが1～10wt%、イットリアが1～50wt%、チタニアが1～50wt%、酸化ルテニウムが1～50wt%であって、その合計が100重量部を超えない範囲で調整されていることが望ましい。これらの範囲で、これらの酸化物の量を調整することにより、特に窒化物セラミックとの密着性を改善することができる。

上記酸化物の金属粒子に対する添加量は、0.1wt%以上10wt%未満が好ましい。また、このような構成の導体ペーストを使用して抵抗発熱体を形成した際の面積抵抗率は、0.1～10 Ω /□程度が好ましい。その面積抵抗率が10 Ω /□を超えると、抵抗値の制御のために、発熱体パターン幅を大きくしなければならず、発熱体パターンを2以上の回路に分割して制御する場合にパターン設計の自由度が奪われ、温度の均一性が確保できない。また、逆に面積抵抗率0.1 Ω /□未満では、パターン幅を小さくしなければ抵抗値を確保できず、上述したような加熱面の温度が不均一になるという問題が発生してしまう。

- 抵抗発熱体12をセラミック基板11の表面に形成するとき、好ましくは、該抵抗発熱体の表面に、はんだ等の金属被覆層12aを形成することが望ましい。金属被覆層を形成する際に使用される金属は、非酸化性の金属であれば特に限定されないが、具体的には、例えば、金、銀、パラジウム、白金、ニッケルなどが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これらのなかでは、ニッケルが好ましい。それはニッケルは、はんだの熱拡散を防止に有効だからである。前記抵抗発熱体12には、電源と接続するための端子が必要であり、この端子は、半田を介して該抵抗発熱体に取り付けるが、接

続端子としては、例えば、コバル製端子ピン13が挙げられる。

接続端子を接続する場合、半田としては、銀-鉛、鉛-スズ、ビスマス-スズなどの合金を使用することができる。なお、半田層の厚さは、0.1~50 μm が好ましい。はんだによる接続を確保するのに十分な範囲だからである。

- 5 次に、本発明のセラミックヒータの製造方法について説明する。

(1) セラミック基板の作製工程

- 上述した窒化物セラミックまたは炭化物セラミックの粉末に必要な応じてイットリア等の焼結助剤やバインダ等を配合してスラリーを調製した後、このスラリーをスプレードライ等の方法で顆粒状にし、この顆粒を金型などに入れて加圧することにより板状などに成形し、生成形体(グリーン)を作製し、リフターピン16を挿入するための貫通孔15となる部分や熱電対などの測温素子を埋め込むための有底孔14となる部分を形成する。
- 10

- 次に、この生成形体を加熱、焼成して焼結させ、セラミック製の板状体を製造する。その後、所定の形状に加工することにより、セラミック基板11を作製するが、焼成後にそのまま使用することができる形状としてもよい。また、加圧しながら加熱、焼成を行うことにより、気孔のないセラミック基板11を製造することも可能となる。加熱、焼成は、焼結温度以上であればよいが、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックでは、1000~2500℃である。
- 15

(2) 基板の表面に抵抗発熱体用導体ペーストを印刷する工程

- 導体ペーストは、2種以上の貴金属からなる金属粒子、樹脂、溶剤からなる粘度の高い流動物である。この導体ペーストをスクリーン印刷などを用い、抵抗発熱体を形成しようとする部分に印刷を行うことにより、導体ペースト層を形成する。抵抗発熱体12は、セラミック基板11全体を均一な温度分布にする必要があることから、図1に示すような同心円状からなるパターンに印刷することが望ましい。印刷は、厚さばらつき、面粗度を小さくできるように印刷方向を直角にかえて2回以上印刷を行ってもよい。また、導体ペーストにリン片状のものを使用してもよい。
- 20
- 25

導体ペースト層は、焼成後の発熱体13の断面が、方形で、偏平な形状となるように形成することが望ましい。

(3) 導体ペーストの焼成

セラミック基板11の加熱面とは反対側に当たる面(底面)に印刷した前記導
5 体ペースト塗布層を加熱焼成し、樹脂、溶剤を除去するとともに、該ペースト中の金属粒子を焼結し、該基板11の底面に焼き付け、抵抗発熱体12を形成する。加熱焼成の温度は、500～1000℃が好ましい。

導体ペースト中に上述した金属酸化物を添加しておくこと、金属粒子、基板および金属酸化物が焼結して一体化するため、抵抗発熱体12とセラミック基板1
10 1との密着性が向上する。

例えば、抵抗発熱体をそのまま印刷した状態では、厚さのばらつきは、平均値の50%を超えてしまい、また面粗度も R_{max} で100 μm を超えてしまう。そこで厚さのばらつきや面粗度 R_{max} を調整する方法が必要になる。発熱体の厚さばらつきや面粗度の調整方法としては、レーザトリミングで厚い部分を除去す
15 る方法やベルトサンダーやバフ研磨で表面を研磨する方法、リンペン状のペーストを使用して発熱体の凹凸をなくす方法などを採用できる。

(4) 被覆層の形成

前記抵抗発熱体12の表面には、金属被覆層12aを設けることが望ましい。この金属被覆層12aは、電解めっき、無電解めっき、スパッタリング等により形成
20 することができるが、量産性を考慮すると、無電解めっきが好適である。この金属被覆層としては、また金属以外にポリイミドなどの樹脂やガラスなどの無機物を採用できる。

(5) 端子等の取り付け

前記発熱体12のパターンの端部に電源との接続のための外部端子(端子ピン13)をはんだで取り付ける。また、有底孔14に銀ろう、金ろうや樹脂、セラミックなどで図示しない熱電対を固定し、ポリイミド等の耐熱樹脂で封止し、セラミックヒータ10の製造を終了する。
25

なお、本発明のセラミックヒータでは、静電電極を設けて静電チャックとしてもよく、チャップトップ導体層を設けてウエハプローバとしてもよい。

実施例

(実施例1)炭化けい系製のセラミックヒータの製造

- 5 (1) SiC粉末(平均粒径:0.3 μ m)100重量部、焼結助剤のB4Cを0.5重量部、アクリル系バインダ12重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した。
- (2) 次に、この顆粒状の粉末を金型に入れ、平板状に成形して生成形体(グリーン)を得た。
- 10 (3) 加工処理の終わった生成形体を2100℃、圧力:180kg/cm²でホットプレスし、厚さが3mmのSiC板状体とし、この板状体の表面から直径210mmの円板体を切り出してセラミック基板11とした。このセラミック基板11の発熱体形成面(反加熱面)に、ガラスペースト(昭栄化学工業製 G-5232N)を塗布して、1000℃で1時間焼成して厚さ2 μ mのSiO₂からなる絶縁層11bの膜を形成し
- 15 た。

前記セラミック基板11には、ドリル加工を施してシリコンウエハの昇降支持を行うリフターピン16を挿入する貫通孔15となる部分、熱電対を埋め込むための有底孔14となる部分(直径:1.1mm、深さ:2mm)を穿孔形成した。

- (4) 上記(3)で得たセラミック基板11の発熱体形成面に、スクリーン印刷にて
- 20 発熱体用導体ペーストを印刷した。印刷パターンは、図1に示したような同心円状のパターンとした。このパターンは9個のパターンに分割されており、1~3本目、4~6本目、7~9本目までをそれぞれ1つの制御区画とし、温度制御できるものである。

- 導体ペーストとしては、以下の組成のものを使用した。リン片状銀(昭栄化学
- 25 工業製Ag-540)90重量部、針状結晶の白金(昭栄化学工業製 Pt-401)10重量部、シリカ7.5重量部、酸化硼素1.5重量部、酸化亜鉛6重量部、有機ビヒクルとして酢酸セルロース30重量部からなるものであった。

- (5) 次に、導体ペーストを印刷したセラミック基板11を780℃で加熱、焼成して、導体ペースト中の銀、白金を焼結させるとともに基板11に焼き付け、抵抗発熱体12を形成した。この発熱体12は、厚さが5 μ m、幅10mm、面積抵抗率が0.13 Ω /□のものであった。
- 5 (6) 硫酸ニッケル80g/l、次亜リン酸ナトリウム24g/l、酢酸ナトリウム12g/l、ほう酸8g/l、塩化アンモニウム6g/lの濃度の水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に、上記(5)で作製したセラミック基板11を浸漬し、銀-鉛からなる抵抗発熱体12の表面に、厚さ1 μ mの金属被覆層(ニッケル層)12aを析出させた。
- 10 (7) 電源との接続を確保するための端子を取り付ける部分に、スクリーン印刷により、銀-鉛半田ペースト(田中貴金属製)を印刷してはんだ層17を形成した。ついで、発熱体12の表面にはんだ層17の上にコパール製の外部端子ピン13を載置して、420℃で加熱してリフローし、端子ピン13を取り付けた。
- (8) 温度制御のための熱電対を有底孔14にはめ込み、セラミック接着剤(東亜合成製 アロンセラミック)を埋め込んで固定しセラミックヒータ10を得た。
- 15

(実施例2)炭化けい素製のセラミックヒータの製造

- 平均粒径1.0 μ mのSiCを使用し、焼結温度を1900℃とし、さらに得られた板状体の表面を1500℃で2時間焼成し、その板状体表面に厚さ1 μ mのSiO₂からなる絶縁層11bを形成したほかは、実施例1と同様にし、炭化けい素製の
- 20 セラミックヒータを製造した。

(実施例3)窒化アルミニウム製のセラミックヒータの製造

- (1) 窒化アルミニウム粉末(平均粒径:0.6 μ m)100重量部、イットリア(平均粒径:0.4 μ m)4重量部、アクリル系バインダ12重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した。
- 25 (2) 次に、この顆粒状の粉末を金型に入れ、平板状に成形して生成形体(グリーン)を得た。
- (3) 加工処理の終わった生成形体を1800℃、圧力:200kg/cm²でホットプレ

スし、厚さが3mmのAlN板状体を得た。次に、この板状体から直径210mmの円板体を切り出し、セラミック基板11とした。このセラミック基板11の表面に、実施例1のガラスペーストを塗布し、乾燥焼成して厚さ2 μ mのSiO₂からなる絶縁層11bを形成した。

- 5 この成形体にドリル加工を施し、シリコンウエハのリフターピン16を挿入する貫通孔15となる部分、熱電対を埋め込むための有底孔14となる部分(直径:1.1mm、深さ:2mm)を形成した。

- (4) 上記(3)で得たセラミック基板11に、スクリーン印刷にて導体ペーストを印刷した。印刷パターンは、図1に示したような同心円状のパターンとした。このパターン9個のパターンに分割されており、1〜3本目、4〜6本目、7〜9本目まで
10 をそれぞれ1つの制御区画とし、温度制御している。

- 導体ペーストとしては、リン片状銀(昭栄化学工業製 Ag-540)50重量部、球状パラジウム(昭栄化学工業製 Pd-225)50重量部、酸化亜鉛10wt%、シリカ8w量%、酸化ホウ素2wt%、有機ビヒクルとして酢酸セルロース30
15 重量部からなるものを使用した。

- (5) 次に、導体ペーストを印刷したセラミック基板11を780℃で加熱、焼成して、導体ペースト中の銀、Pdを焼結するとともに、基板表面に焼き付け、抵抗発熱体12を形成した。この銀-Pdの抵抗発熱体12は、厚さが5 μ m、幅15mm、面積抵抗率が5.09 Ω /□のものであった。
- 20 (6) 次に、硫酸ニッケル80g/l、次亜リン酸ナトリウム24g/l、酢酸ナトリウム12g/l、ほう酸8g/l、塩化アンモニウム6g/lの濃度の水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に上記(5)で作製したセラミック基板11を浸漬し、銀-鉛の抵抗発熱体12の表面に厚さ1 μ mの金属被覆層(ニッケル層)12aを析出させた。

- 25 (7) 電源との接続を確保するための端子を取り付ける部分に、スクリーン印刷により、銀-鉛はんだ(田中貴金属製)を印刷してはんだ層17を形成した。ついで、このはんだ層17の上にコパール製の外部端子ピン13を載置して、42

0℃で加熱してリフローし、外部端子ピン13を抵抗発熱体12の表面に取り付けた。

(8) 温度制御のための熱電対を有底孔14にはめ込み、セラミック接着剤(東亜合成製 アロンセラミック)を埋め込んで固定しセラミックヒータ10を得た。

5 (実施例4)

実施例3と同様であるが、導体ペーストとしては、球状白金(昭栄化学工業製 Pt-225)50重量部、酸化亜鉛10wt%、シリカ8wt%、酸化ホウ素2wt%、有機ビヒクルとして酢酸セルロース30重量部からなるものであった。また、印刷厚さを200 μ mとした。さらに、表面をバフ研磨にて50 μ m研磨した。

10 (実施例5)

実施例1と同様であるが、ダイヤモンドペースト(マルトー製 平均粒子径 1 μ m)を用いて抵抗発熱体表面をポリッシングした。

(比較例1)

実施例1と同様であるが、導体ペーストとしては、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベストPS603Dを使用した。
15 この導体ペーストは、銀ペーストであり、銀100重量部に対して、酸化鉛(5wt%)、酸化亜鉛(55wt%)、シリカ(10wt%)、酸化ホウ素(25wt%)およびアルミナ(5wt%)からなる金属酸化物を7.5重量部含むものであった。パターンは9本形成し、パターン線幅は1mmとした。

20 (比較例2)

実施例4と同様であるが、表面をバフ研磨しなかった。

(比較例3)

実施例1と同様であるが、ダイヤモンドペースト(マルトー製 平均粒子径 0.25 μ m)を用いて抵抗発熱体表面をポリッシングした。

25 (比較例4)

(1)次に、空气中、500℃で1時間焼成した窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製、平均粒径1.1 μ m)100重量部、イットリア(平均粒径:0.4 μ m)1、2、4

重量部、アクリルバインダ11.5重量部、分散剤0.5重量部および1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール53重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ0.47mmのグリーンシートを得た。

- (2)次に、これらのグリーンシートを80℃で5時間乾燥させた後、加工が必要な
- 5 グリーンシートに対し、パンチングにより直径1.8mm、3.0mm、5.0mmの半導体ウエハ支持ピン(リフトピン)を挿入する貫通孔となる部分、長尺導電体と接続するためのスルーホール(パッド)となる部分を設けた。

- (3)平均粒子径1 μ mのタングステンカーバイト粒子100重量部、アクリル系バインダ3.0重量部、 α -テルピネオール溶媒3.5重量部および分散剤0.3重量部を混合して導体ペーストAを調製した。
- 10

(4)さらに、外部端子を接続するためのスルーホール用(パッド)4の貫通孔に導電ペーストを充填した。

- 抵抗発熱体のパターンが印刷形成されたグリーンシートに、さらに前記導電ペーストを印刷しないグリーンシートを上側(加熱面)に34~60枚、下側に13
- 15 ~30枚積層し、これらを130℃、80kg/cm²の圧力で圧着して積層体を形成した。

(5)次に、得られた積層体を窒素ガス中、600℃で5時間脱脂し、1890℃、圧力150kg/cm²で3時間ホットプレスし窒化アルミニウム製の板状体1とした。抵抗発熱体の厚さは15 μ mであった。

- 20 以上、本発明の実施例1~3および比較例1、2のヒータについて400℃まで昇温し、加熱面の最高温度と最低温度の差を、サーモビューア(日本データム社製 IR-16-2012-0012)で測定した。また、面粗度と厚さのばらつきを表面形状測定器(KLA・Tencor社製 P-11)で調べた。測定条件は、走査速度50 μ m/秒、荷重3mg、サンプリングレート100Hz、波長フィルター80 μ m
- 25 で実施した。厚さのばらつきは、任意の20点の厚さを測定し、平均をもとめ、その測定点中、平均からもっとも離れた値を選び、その値を平均値で除して%表記した。

(比較例5)

実施例1と同様だが、セラミック基板の厚さを23mmとした。

(比較例6)

実施例1と同様だが、セラミック基板の厚さを28mmとした。

- 5 なお、実施例4, 5、比較例3のように発熱体を研磨した場合は、 R_{max} がそのまま厚さばらつきになるが、それ以外では、 R_{max} と厚さばらつきは一致していない。ばらつきは、抵抗発熱体のうねりが反映されるが研磨してうねりがなくなれば面粗度がばらつきに一致する。

表1

	平均厚さ (μm)	測定厚さ (μm)		ばらつき (%)	Rmax (μm)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)
		max	min			
実施例1	5	5.37	4.62	15	0.5	5
実施例2	5	5.13	4.88	5	0.5	3
実施例3	5	5.75	4.25	30	1	6
実施例4	200	240	160	40	80	6
実施例5	4.5	4.53	4.47	1.3	0.06	2
比較例1	5	6.38	3.62	55	3.5	10
比較例2	200	265	135	65	130	15
比較例3	5	5.02	4.98	0.8	0.04	10
比較例4	15	15.7	14.3	9	—	13
比較例5	5	6.39	3.63	55	3.6	10
比較例6	5	6.37	3.61	55	3.5	6

①表1に示すように、本発明に適合する実施例1では、厚さのばらつきが平均厚さに対して15%、面粗度がRmaxで $0.5\mu\text{m}$ 、温度差 5°C 、実施例2では、
5 厚さのばらつきが平均厚さに対して5%、面粗度がRmaxで $0.5\mu\text{m}$ 、温度差 3°C 、実施例3では厚さのばらつきが平均厚さに対して30%、面粗度がRmaxで $1\mu\text{m}$ 、温度差 6°C である。

これに対し比較例1では、厚さのばらつきが平均厚さに対して55%、面粗度がRmaxで $3.5\mu\text{m}$ 、温度差 10°C であった。

10 ②実施例4、5は、研磨により面粗度を調整したものである。実施例4では、厚さのばらつきが平均厚さに対して40%、面粗度がRmaxで $80\mu\text{m}$ 、温度差 6°C 、実施例2では、厚さのばらつきが平均厚さに対して1.3%、面粗度がRmaxで $0.06\mu\text{m}$ 、温度差 2°C である。

③比較例2ではRmaxが $100\mu\text{m}$ を超える場合である。これでは厚さのばらつき
15 が大きくなり、抵抗値もばらついて加熱面の温度差も大きくなる。さらに比較例3では、逆に面粗度を小さくしているが、かえって加熱面の温度ばらつきが大きいという意外な結果となっている。抵抗発熱体に接する空気が極めて流動しやすくなり、熱を奪うため抵抗発熱体が局所的に冷えてしまうためと推定している。

比較例4では、抵抗発熱体をセラミック基板内部に埋設している。この状態では、厚さばらつきを小さくしても、抵抗発熱体の上下面にセラミックが接しているため、熱の反射で加熱面の温度が均一化しにくいのではないかと考えられた。

また、比較例5、6において、セラミック基板の厚さが25mmを越えると、加熱面の温度ばらつきが小さくなる。このことは、基板が厚くなると熱の伝搬距離が長くなり、拡散するためであると考えられる。

一方、電力を投入した後、加熱面の温度が上昇するまでの時間は、実施例1～5では

0.5(sec)、比較例1では0.5(sec)、比較例5では1.0(sec)、比較例6では60(sec)である。セラミック基板が厚くなると温度追従性が悪くなる。

以上説明からわかるように、本発明に適合するセラミックヒータによれば、加熱面の温度分布を均一化できる。

産業上の利用可能性

本発明のセラミックヒータは、半導体の製造や半導体の検査を行うための装置に用いられる具体的な装置としては、例えば、静電チャック、ウエハプローバ、サセプタなどが挙げられる。静電チャックとして使用される場合は、抵抗発熱体に加えて、静電電極、RF電極が、さらにウエハプローバとして使用される場合は、表面に導電体としてチャックトップ導体層が形成されており、内部にはガード電極、グランド電極が導電体として形成されている。また、本発明の半導体装置用セラミック基板は、100℃以上、望ましくは200℃以上で使用されることが最適である。

請求の範囲

1. 抵抗発熱体がセラミック基板の表面に形成されてなるセラミックヒータにおいて、該抵抗発熱体の厚さのばらつきが、平均厚さの±50%以内であることを特徴とする。
- 5 2. 前記抵抗発熱体は、セラミック基板の加熱面とは反対側の面に形成されていることを特徴とする請求の範囲1に記載のセラミックヒータ。
3. 前記セラミック基板は、炭化物または窒化物セラミックであることを特徴とする請求の範囲1に記載のセラミックヒータ。
4. 前記セラミック基板は、その厚さが25mm以下であることを特徴とする請求
10 の範囲1に記載のセラミックヒータ。
5. 前記セラミック基板の表面に、酸化物セラミックからなる絶縁層が形成され、その絶縁層の表面に前記抵抗発熱体が形成されていることを特徴とする請求の範囲1に記載のセラミックヒータ。
6. 前記抵抗発熱体は、2以上の回路で構成されていることを特徴とする請求
15 の範囲1に記載のセラミックヒータ。
7. 抵抗発熱体がセラミック基板の表面に抵抗発熱体が形成されてなるセラミックヒータにおいて、該抵抗発熱体の面粗度を R_{max} で $0.05\mu m \sim 100\mu m$ の範囲内にすると共に、該抵抗発熱体の平均厚さの50%以下にしたことを特徴とする。
- 20 8. 前記抵抗発熱体は、セラミック基板の加熱面とは反対側の面に形成されていることを特徴とする請求の範囲7に記載のセラミックヒータ。
9. 前記セラミック基板は、炭化物または窒化物セラミックであることを特徴とする請求の範囲7に記載のセラミックヒータ。
10. 前記セラミック基板は、その厚さが25mm以下であることを特徴とする請求
25 の範囲7に記載のセラミックヒータ。
11. 前記セラミック基板の表面に、酸化物セラミックからなる絶縁層が形成され、その絶縁層の表面に前記抵抗発熱体が形成されていることを特徴とする請求

の範囲7に記載のセラミックヒータ。

12. 前記抵抗発熱体は、2以上の回路で構成されていることを特徴とする請求の範囲7に記載のセラミックヒータ。

5 13. 抵抗発熱体がセラミック基板の表面に形成されてなるセラミックヒータにおいて、該抵抗発熱体の厚さのばらつきが、平均厚さの±50%以内で、かつ該抵抗発熱体の面粗度をRmaxで $0.05\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ にすると共に、該抵抗発熱体の平均厚さの50%以下にしたことを特徴とする。

14. 前記抵抗発熱体は、セラミック基板の加熱面とは反対側の面に形成されていることを特徴とする請求の範囲13に記載のセラミックヒータ。

10 15. 前記セラミック基板は、炭化物または窒化物セラミックであることを特徴とする請求の範囲13に記載のセラミックヒータ。

16. 前記セラミック基板は、その厚さが25mm以下であることを特徴とする請求の範囲13に記載のセラミックヒータ。

15 17. 前記セラミック基板の表面に、酸化物セラミックからなる絶縁層が形成され、その絶縁層の表面に前記抵抗発熱体が形成されていることを特徴とする請求の範囲13に記載のセラミックヒータ。

18. 前記抵抗発熱体は、2以上の回路で構成されていることを特徴とする請求の範囲13に記載のセラミックヒータ。

FIG. 1

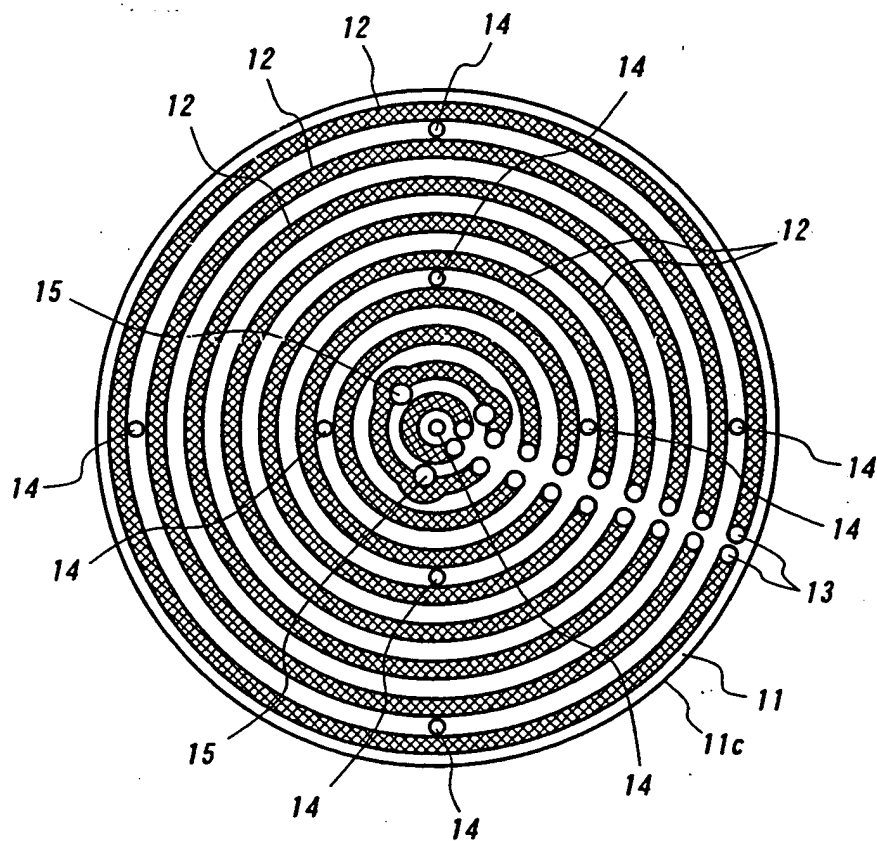


FIG. 2

